

# Stand- und Sitzsicherheit von Businsassen

W. Hugemann<sup>1</sup>, M. Becke<sup>2</sup>

Der Omnibus gilt als eines der sichersten Verkehrsmittel überhaupt. Dennoch ist in den letzten Jahren viel getan worden, um die Insassensicherheit in diesem öffentlichen Verkehrsmittel weiter zu steigern. Die dabei untersuchten Zusammenhänge und aufgestellten Richtlinien beziehen sich in der Mehrzahl auf die Situation während bzw. nach einem Verkehrsunfall. Welche Gefährdung im normalen Betrieb besteht, d.h. welche Gefahr von normalen Fahrmanövern für die Insassen ausgeht, ist demgegenüber unseres Wissens noch nicht überprüft worden.

Bei jedem Fahrmanöver, wie Anfahren, Bremsen und Lenken wirken Trägheitskräfte auf die Insassen, die je nach Stärke in der Lage sind, die Stand- und Sitzsicherheit zu gefährden. So kommt es immer wieder vor, daß gerade ältere Menschen beim Anfahren des Busses an der Haltestelle zu Fall kommen. Kritischer noch ist die Situation beim Abbremsen des Busses, beispielsweise vor einer plötzlich umspringenden Ampel, da in diesem Fall deutlich höhere Beschleunigungswerte auftreten können (Wissenschaftlich betrachtet ist "Bremsen" gleichbedeutend mit "negativer Beschleunigung"). Der sitzende Fahrgast ist demgegenüber eher durch die bei Kurvenfahrten auftretende Querschleunigung gefährdet.

Nach ständiger Rechtsprechung ist es grundsätzlich allein Sache des Fahrgastes, sich innerhalb eines öffentlichen Verkehrsmittels sicheren Halt zu verschaffen und dadurch die Gefahr eines Sturzes zu vermeiden. Ein zugestiegener Fahrgast muß stets damit rechnen, daß er vor der Abfahrt keinen Sitzplatz mehr erreichen kann und den unvermeidlichen Ruck beim Anfahren des Busses stehend überwinden muß. Der Fahrer eines Omnibusses ist nicht verpflichtet, sich vor dem Anfahren an einer Haltestelle davon zu überzeugen, daß alle Fahrgäste entsprechenden Halt gefunden haben. Ausnahmen sind nur bei erkennbar körperbehinderten Menschen – nicht schon dann, wenn es sich bei dem zugestiegenen Fahrgast um einen älteren Menschen handelt – und bei besonderer Fahrweise im Einzelfall möglich.

Entsprechend wird das Mitverschulden eines zu Fall gekommenen Fahrgastes im Rechtsstreit von dem erkennenden Richter relativ hoch bewertet. Da die Rechtsprechung den Fahrer des Omnibusses von der Pflicht entbindet, sich vor dem Anfahren über die Situation im Innenraum des Busses zu versichern, ist ein fahrlässiges Handeln des Fahrers kaum noch möglich, so daß es in der Regel nicht gelingt, immaterielle Schadensersatzansprüche geltend zu machen.

---

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Wolfgang Hugemann, Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke, Münsterstr. 101, 4400 Münster-Wolbeck

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Manfred Becke, Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Verkehrsunfälle und Kfz-Technik

2 .

Angesichts der Tatsache, daß es sich bei den betroffenen Fahrgästen meist um ältere Menschen handelt, scheint die Frage gerechtfertigt, inwieweit die von der Rechtsprechung erhobenen Forderungen von älteren Menschen unter Berücksichtigung ihrer physischen Konstitution überhaupt erfüllt werden können. Deshalb nahmen wir unsere Beauftragung in einem konkreten Fall zum Anlaß, den betreffenden Problembereich von der technischen Seite zu durchleuchten. Dabei wurde das Problem der Stand- und Sitzsicherheit auf theoretischem und versuchstechnischem Wege angegangen.

Für die Versuche zur Standsicherheit haben wir die Halteeinrichtungen moderner Linienbusse auf einem Pkw-Plattform-Anhänger nachgebildet. Der Versuchsperson wurde aufgetragen, bestimmte, vorher definierte Stellungen einzunehmen. Die genaue Arm- und Beininstellung blieb den Probanden dabei selbst überlassen, um einen optimalen Stand zu garantieren. Anschließend wurde der (entsprechend gesicherte) Proband unterschiedlichen Beschleunigungen ausgesetzt, indem das Zugfahrzeug aus zuvor konstanter Fahrgeschwindigkeit verzögert wurde. Da wir es trotz der Sicherungseinrichtung für unverantwortlich hielten, die Versuche mit älteren Probanden durchzuführen, führten wir die Fahrversuche mit einem jungen, männlichen Probanden durch. Dabei wurden die auf den Probanden bei verschiedenen Beschleunigungen einwirkenden Kräfte mit Hilfe von Hand- und Fußwaagen erfaßt.

Da die an diesen Stellen auftretenden Kräfte in erster Näherung unabhängig von der körperlichen Konstitution des Probanden sind, kann man die so ermittelten Kräfte zu den Belastungsgrenzen älterer Menschen in Beziehung setzen und daraus Aussagen über deren Standsicherheit ableiten. Dabei war es von vornherein klar, daß der Schwachpunkt in bezug auf die Standsicherheit in den maximalen Haltekräften des Arm-Hand-Systems liegt. Die Auswertung der Fußwaagen sollte lediglich den Vergleich zwischen den Versuchsergebnissen und einem gleichzeitig erarbeiteten dynamischen Ersatzmodell ermöglichen.

Die Versuche ergaben zunächst, daß ein junger Mann unter Voraussetzung optimalen Halts in der Lage ist, Beschleunigungen bis  $4.0 \text{ m/s}^2$  zu ertragen, ohne den Halt zu verlieren. Bei höheren Beschleunigungswerten waren dafür allerdings schon Schrittbewegungen erforderlich, bei denen die Beine in eine stärker gespreizte Stellung gebracht wurden. Unter Berücksichtigung der Erwartungshaltung des Probanden, die sich unter anderem in einer optimal gewählten Standposition niederschlug, ist dieser Wert für die Praxis sicherlich auf etwa  $3.0 \text{ m/s}^2$  zu reduzieren.

Bereits bei relativ geringen Beschleunigungswerten von  $2.0 \text{ m/s}^2$  traten jedoch schon Erhöhungen der statischen Handhaltekräfte im Bereich von  $20 \text{ daN}$  ( $1 \text{ daN} \hat{=} 1 \text{ kg}$ ) auf. Da die maximalen Haltekräfte junger Männer, abhängig von der genauen Halteposition, bei etwa  $40 - 70 \text{ daN}$  liegen,

ist die Belastung für diesen Personenkreis unproblematisch. Untersuchungen über die geschlechts-spezifischen Unterschiede der Körperkraft und deren Abnahme mit zunehmenden Alter ergaben jedoch, daß die Körperkräfte 65-jähriger Frauen im statistischen Mittel nur noch etwa 35 % derjenigen junger Männer (100 %) betragen. Die Belastungsgrenze liegt damit bei 15 – 25 daN und kann demnach bereits bei relativ geringfügigen Beschleunigungen überschritten werden. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, darauf hinzuweisen, daß die maximalen Haltekraften natürlich ebenfalls unter Versuchsbedingungen ermittelt wurden, bei denen die Probanden auf die auf sie einwirkende Belastung vorbereitet waren. Die Belastung erfolgte dabei quasistatisch, d.h. die Belastung wurde nicht etwa, wie im öffentlichen Verkehrsmittel, plötzlich oder ruckartig aufgebracht. Desweiteren beziehen sich die Zahlenwerte immer nur auf das statistische Mittel, das für die Rechtsprechung kaum zugrundegelegt werden kann. Für die Rechtsprechung ist vielmehr die Frage von Bedeutung, welche Kräfte vom allergrößten Teil der Bevölkerung (d.h. in der Regel: 95 %, vgl. Reaktionszeit bei Verkehrsunfällen) aufgebracht werden können. Liegen derartige Werte nicht vor, so ist der statistische Mittelwert entsprechend abzuschwächen.

Untersuchungsergebnisse zu Anfahrbeschleunigungen und Bremsverzögerungen von Linienomnibussen aus dem Jahr 1974 belegen, daß in den damals modernen Linienbussen beim Anfahren in 10 % aller Fälle eine Beschleunigung von  $1,4 \text{ m/s}^2$  überschritten wurde. Beim Bremsen traten in 10 % aller Fälle Beschleunigungswerte von mehr als  $1,8 \text{ m/s}^2$  auf. In beiden Fällen kann die unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen erreichbare maximale Haltekraft für einen Teil älterer Menschen bereits überschritten sein.

Für die Versuche zur Sitzsicherheit wurde auf dem Fahrzeuganhänger ein gebräuchlicher Omnibussitz in Richtung der Fahrzeuglängsachse (also im  $90^\circ$  Winkel zur üblichen Anbringung) montiert, auf dem die Versuchsperson Platz nahm. Bremsungen aus zuvor konstanter Fahrgeschwindigkeit führten dann zu Belastungen, wie sie normalerweise durch die Querbeschleunigung bei Kurvenfahrt hervorgerufen werden.

Die Versuche zeigten, daß die Grenze der Sitzsicherheit für junge Männer bei etwa  $2,5 - 3,0 \text{ m/s}^2$  liegt, sofern man leicht gespreizte Beinhaltung voraussetzt. Deutlich geringere zulässige Werte ergaben sich, wenn der Proband auf der Ecke des Sitzes Platz nahm oder aber die Beine übereinanderschlug. In diesen Fällen kippte der Oberkörper des Probanden bereits bei Beschleunigungen von etwa  $1,5 - 2,0 \text{ m/s}^2$  in Richtung der einwirkenden Kraft ab.

Über Querbeschleunigungen in Bussen liegen zur Zeit noch keine Messwerte vor. Bekannt ist lediglich, daß normale Pkws bei innerorts üblichen Geschwindigkeiten Querbeschleunigungswerte von bis zu  $4,0 \text{ m/s}^2$  erreichen. Da Linienbusse im normalen Verkehr "mitschwimmen" müssen, ist nicht auszuschließen, daß die Spitzenwerte der Querbeschleunigung im Businneren ähnlich hoch

liegen, wobei der Wert der Querschleunigung von der Sitzposition des Fahrgastes (vorne oder hinten) abhängig sein wird. Auch in puncto Sitzsicherheit besteht also der dringende Verdacht, daß im normalen Fahrbetrieb bereits Querschleunigungswerte erreicht werden, die an die Belastungsgrenze älterer Fahrgäste heranreichen.

Die Versuchsergebnisse zur Stand- und Sitzsicherheit lassen also erhebliche Zweifel aufkommen, ob die momentan gültige Rechtsprechung in diesem Bereich wissenschaftlich haltbar ist. Der Vergleich der Versuchsergebnisse mit ergonomischen Daten nährt vielmehr den Verdacht, daß die Anforderungen, die die Rechtsprechung an den Fahrgast stellt, unzulässig hoch sind. Auf jeden Fall besteht zu diesem Aspekt der Insassensicherheit noch Forschungsbedarf, um eine fundierte Grundlage für die Rechtsprechung zu schaffen.